Journal of Technology Research (JTR)
Volume 1, Issue 1, (2023), pp 009-023, ISSN 3005-639X

Predicting Sales Volume Using Multiple Linear Regression

Mohammed A. Shahout[1*], Ali Q. Shatwan[2]

[1]Libyan Academy for Postgraduate Studies - Misrata, Misrata, Libya.

[2]Industrial Engineering and Manufacturing Department, Faculty of Engineering, Misrata University, Libya.

*Corresponding author email: moha1994@gmail.com

Received: 05-04-2023 | Accepted: 12-5-2023 | Available online: 15-06-2023 | DOI:10.26629/jtr.2023.02

ABSTRACT

The process of sales forecasting is of strategic importance in industrial enterprises, and is also a complex process, especially when choosing the explanatory variables that have the greatest impact on the volume of sales. The problem of the study, is that the traditional methods of forecasting sales used by many Libyan organizations are ineffective, and most of them depend on practical experience and are not based on scientific foundations, which leads to an imbalance between the volume of production and the volume of sales. This results in the accumulation of products, if the quantity of production is greater than the quantity of sales, or the loss of sales in the event that the quantity of the product is less than the quantity of sales, and this results in a loss in customers. This study aims to use the multiple linear regression method to predict the sales volume of the investment complex for construction materials industry (INCOMA) in Misurata by developing a mathematical model using the SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) software. The most important independent (interpretive) variables were identified in the study, as advertising, price, and quality were identified as variables with the greatest impact on sales. The results of the study showed that the method that was adopted in the study was able to predict sales effectively, as the independent variables were interpreted by 85.5%. The results also showed that the F value was 41.03 at a significant level, which indicates that the model is statistically significant, as was the t value for all. The independent variables have a significant level of less than 5%, which indicates that they are statistically significant, except for the quality variable, which was not statistically significant. The results also portrayed that the variable with the largest influence was the advertising variable, followed by the price variable then the quality variable, based on the value of t. The Durbin Watson test to detect autocorrelation was also statistically significant, the distribution of the residuals was a normal distribution and through the results. The results also showed that the average error of forecasting model for a period of thirty six months was 6.89%, and it is considered a low percentage.

Keywords: Sales Forecasting, Multiple Linear Regression, Independent Variables, Advertising and Price, SPSS.

التنبؤ بحجم المبيعات باستخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد

محمد أبوبكر شاحوت[1]، علي قاسم شتوان[2]

[1]الأكاديمية الليبية للدراسات العليا فرع مصراتة، مصراتة، ليبيا.

[2]كلية الهندسة جامعة مصراتة، قسم الهندسة الصناعية والتصنيع، مصراتة، ليبيا.

ملخـــــــص البحــــــــث

تعتبر عملية التنبؤ بالمبيعات ذات أهمية استراتيجية في المؤسسات الصناعية، وتُعد أيضاً عملية معقدة خاصة عند اختيار المتغيرات التفسيرية ذات التأثير الأكبر على حجم المبيعات. العديد من المؤسسات الصناعية الليبية تستخدم في أساليب التنبؤ التقليدية بالمبيعات رغم عدم فعاليتها، حيث أن معظمها يعتمد على الخبرة العملية الغير مبنية على أسس علمية الأمر

الذي يؤدي إلى خلل في التوازن بين حجم الإنتاج وحجم المبيعات، مما ينتج عنه تكدس المنتوج إذا كانت كمية الإنتاج أكبر من كمية المبيعات، أو فقدان المبيعات في حالة كون كمية المنتوج أقل من كمية المبيعات، مما ينتج عنه خسارة في العملاء. تهدف هذه الدراسة إلى استخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد، للتنبؤ بحجم المبيعات للمجمع الاستثماري لمواد البناء بمصراتة من خلال بناء نموذج رياضي باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية الاجتماعية Statistical Package for the Social Sciences). تم تحديد أهم المتغيرات المستقلة (التفسيرية) بالدراسة، والتي شملت: الدعاية، والسعر، والجودة، كمتغيرات ذات التأثير الأكبر على المبيعات. أوضحت نتائج الدراسة أن النموذج الذي تم بنائه كان قادراً وبشكل فعال على التنبؤ بالمبيعات، حيث فسرت المتغيرات المستقلة بنسبة 85.5%، كذلك أظهرت النتائج أن قيمة **F** بلغت 41.03 وبمستوى معنوية أقل من 5%، مما يدل على أن النموذج ذو دلالة إحصائية، كما كانت قيمة **t** لجميع المتغيرات المستقلة بمستوى معنوية أقل من نسبة 5%، مما يدل على أنها ذات دلالة إحصائية، ماعدا متغير الجودة الذي لم يكن ذو دلالة إحصائية. كما أظهرت النتائج أن أكبر تأثير كان لمتغير الدعاية، يليه متغير السعر، ثم متغير الجودة، وذلك بناءً على قيمة **t**. كذلك أوضحت النتائج أن قيمة معامل دوربين واتسون بلغت 1.574 ويعتبر ذو دلالة إحصائية، وتوزيع البواقي كان موزع توزيعاً طبيعياً. كما بينت النتائج أن متوسط خطأ نموذج التنبؤ لفترة ستة وثلاثون شهراً بلغ نسبة 6.89%، وتعتبر هذه النسبة منخفضة وقريبة من المبيعات الفعلية.

الكلمات الدالة: تنبؤ المبيعات، الانحدار الخطي المتعدد، المتغيرات المستقلة، الإعلان والسعر، برنامج SPSS.

1. المقدمـة

إن السبب الأساسي لوجود أي منظمة هو تقديمها لسلعة أو خدمة للمجتمع، وباعتبار أن أي نشاط اقتصادي يقوم بالأساس على تلبية احتياجات ورغبات المستهلكين كماً ونوعاً من خلال تقديم الخدمات أو إنتاج السلع بالكميات والمواصفات المطلوبة، لكن الكمية التي يحتاجها المستهلكون تعتبر من الأمور المستقبلية، إذ لابد من معرفتها أو على الأقل تقديرها حتى تستطيع المنظمة أن تعمل، وتنتج، وتلبي الاحتياجات المطلوبة. عادة ما تكون مبيعات المؤسسة عرضة للزيادة أو النقصان تبعاً لعدة عوامل تختلف من مؤسسة لأخرى، لذلك فإن مدى قدرة إدارة المؤسسة على التنبؤ بمبيعاتها سيكون له آثار هامة على مستقبلها بشكل عام، وسيمثل الأساس الذي ستبني عليه المؤسسة خططها وبرامجها وقراراتها [1].

توجد عدة طرق علمية إحصائية للتنبؤ بحجم المبيعات؛ منها طرق وصفية، وأخرى كمية. من أهم الطرق الكمية نموذج الانحدار الخطي المتعدد، الذي يعتبر أن المبيعات دالة في مجموعة من المتغيرات المستقلة؛ لها علاقة بحجم المبيعات، هذه المتغيرات المستقلة يتم تحديدها واختبار ما مدى ارتباطها بالمتغير التابع. يُعد أسلوب التنبؤ بحجم المبيعات باستخدام الانحدار الخطي المتعدد، أسلوب إحصائي، يستخدم لدراسة العلاقة بين المتغير التابع (المبيعات)، والمتغيرات المستقلة، وذلك عن طريق توفيق معادلة رياضية معينة تربط هذه المتغيرات، وتجعلها كأفضل معادلة للتعبير عن المتغير التابع. من خلال زيارة عدد من الشركات الصناعية المحلية، لوحظ أن عدة شركات صناعية داخل مدينة مصراتة في القطاعين العام والخاص لا يستخدمون طرق التنبؤ لتقدير حجم المبيعات، إضافة إلى قلة عدد الدراسات المحلية في هذا المجال, وهو ما يعتبر الدافع الأكبر لإجراء هذه الدراسة.

تهدف هذه الدراسة إلى بناء نموذج للانحدار الخطي المتعدد للتنبؤ بالمبيعات بالمجمع الاستثماري لمواد البناء بمصراتة. حيث تم بناء النموذج بمساعدة البرنامج الإحصائيSPSS، للتوصل إلى أفضل نموذج خطي لتمثيل حجم المبيعات، ولمعرفة العلاقات المختلفة التي تربط المتغيرات المستقلة ببعضها البعض، بالإضافة إلى علاقتها بحجم المبيعات.

1.1 الدراسات السابقة

هناك العديد من الدراسات والبحوث العلمية في موضوع البحث، والتي تهتم بدراسة التنبؤ، حيث يُعد كأداة مهمة لاتخاذ القرار في معظم المؤسسات. تم تقسيم الدراسات السابقة إلى دراسات وصفية، وكمية، وتم تقسيم الدراسات الكمية إلى الانحدار الخطي البسيط، والانحدار الخطي المتعدد.

دراسة Volker (2021م) تناولت تطبيق مجموعة من طرق التنبؤ الوصفية على الشركات المتوسطة والصغيرة الحجم في ألمانيا. أظهرت نتائج الدراسة أن طريقتي استطلاع الخبراء وتقدير المبيعات هي الأسهل في الاستخدام ونتائجها دقيقة. أما طريقة استبيانات العملاء أظهرت نتائج جيدة ولكن تطبيقها صعب إلى حد ما. كذلك بينت نتائج الدراسة أن طريقة دلفي صعبة التطبيق ولا ينصح باستخدامها في الشركات المتوسطة وصغيرة الحجم. في المقابل، طريقة تحليل السيناريو تميزت بسهولة الاستخدام وإمكانية تنفيذها بطرق مختلفة، وينصح باستخدامها في الشركات المتوسطة وصغيرة الحجم للتنبؤ بالطلب [2]. دراسة Moisanen (2014م) هدفت إلى التحقق من الوضع الحالي للتنبؤ بالطلب باستخدام الأساليب النوعية في قسم الأحذية لشركة عالمية، حيث تمت مراجعة أرقام المبيعات الفعلية مقابل توقعات المبيعات لنفس الفترة الزمنية لمدة ثلاث سنوات من أجل التأكد من دقة التوقعات الحالية ومنها تحديد دقة التنبؤ من خلال إجراء حساب النسبة المئوية للخطأ. أظهرت نتائج الدراسة أن أخطاء التنبؤ لتوقعات الطلب للمواسم الثلاثة على التوالي هي 86%، 92%، 75%، وعلى الرغم من أن الخطأ الذي يزيد على 50% يمكن اعتباره أمراً طبيعياً في صناعة الملابس والأحذية، إلا أن الباحث أوضح بأن هناك حاجة لتحسين الدقة لتجنب إهدار المواد بسبب عمليات الشراء غير الدقيقة، وبالتالي اقترحت الدراسة الاستمرار في الأسلوب النوعي في تقدير المبيعات بشرط تطويره وجعله نموذج منسق يكتب فيه التجار تبريرهم لكل توقع، بالإضافة إلى تعزيز مرونة سلسلة التوريد الحالية التي تساعد على تقليل نسبة الخطأ [3]. دراسة Erhard (2016م) هدفت إلى التحقق من مدى التزام مجموعة من شركات صناعة الأزياء في ألمانيا بالتنبؤ بالطلب على المبيعات. اختير عدد 108 شركة لتمثيل صناعة الأزياء في ألمانيا، وكانت نسبة الاستجابة 22%، أي ما يعادل 24 شركة، حيث تمت مقابلتهم هاتفياً، وتم استخدام تحليل المحتوى النوعي من أجل هيكلة البيانات وتلخيصها وتحليلها بشكل منهجي. من خلال تحليل النتائج وجد أن 23 شركة من أصل 24 شركة التي تمت مقابلتها يبنون توقعاتهم بنفس الطريقة، وأن أغلب العاملين بالشركات التي تمت مقابلتهم ليس لديهم فكرة عن التحليلات التنبؤية، وأن شركة واحدة تطبقها بالفعل [4].

في دراسة Martinovic وآخرون (2006م) ذكر الباحثون أن أساليب التنبؤ النوعي تستخدم في الحالات التي لا يمكن استخدام الأساليب الكمية، وذلك بسبب عدم توفر البيانات الكافية لدى الشركة، على سبيل المثال عند إطلاق خط إنتاج جديد، وكذلك تستخدم هذه الأساليب عندما تكون الأسواق مضطربة بسبب الحروب أو الكوارث الطبيعية أو في حالات الركود أو التضخم، وكذلك تستخدم جنباً إلى جنب مع التقنيات الكمية، ففي دراسة استقصائية حديثة شملت 207 شركة، وجد أن 76% من الشركات تقوم بتعديل التوقعات الناتجة من الأساليب الكمية بناءً على خبرة المدير[5].

إذا تطلب الأمر الحصول على تنبؤات أدق وعلى مدى أبعد، فإنه يتم استخدام الأساليب الكمية والتي تنقسم إلى: الانحدار الخطي البسيط والانحدار الخطي المتعدد. تم استخدام أسلوب الانحدار الخطي البسيط في دراسة محمد المزاح (2017م)، والتي هدفت إلى المفاضلة بين نموذجي الانحدار والسلاسل الزمنية من حيث الكفاءة التنبؤية من خلال دراسة أحد مصانع المياه المعدنية ولمدة 36 شهراً خلال الفترة من 2013م– 2015م. حيث قام المزاح بتطبيق الأساليب الإحصائية المتعلقة بالانحدار والسلاسل الزمنية بغرض الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية وبناء التنبؤات. أظهرت نتائج التطبيق أن

نموذج الانحدار الخطي البسيط أكثر كفاءة بالتنبؤ بحجم المبيعات مقارنة مع السلاسل الزمنية بناءً على عدة معايير [6]. دراسة أبوذر مفرح (2014م)، قدمت تحليل لمبيعات شركة المطاحن الأبيض الحديثة في الفترة من 1995م- 2013م بواسطة استخدام برنامج E-views، وبرنامج SPSS، من خلال بناء نموذج انحدار خطي بسيط, ونموذج لسلسلة الزمنية، ومن ثم المقارنة بينهما لتحقيق أهداف الدراسة والتي تكمن في الوصول لنموذج أكثر دقة في التنبؤ والتفسير. أظهرت النتائج أن البيانات في نموذج الانحدار الخطي لم تكون ذات نمط اتجاهي معين، مما أدى إلى ضعف القوة التفسيرية للنموذج، أما نموذج السلسلة الزمنية فقد تفوق في قيمته التفسيرية عن نموذج الانحدار[7].

في حالات عملية عديدة يمكن أن يكون المتغير التابع معتمداً في تفسيره على أكثر من متغير مستقل. في مثل هذه الحالات نلجأ إلى الانحدار الخطي المتعدد، فقد تناولت دراسة واثق حياوي (2013م)، استخدام الأساليب الكمية في عملية التنبؤ بالمبيعات باستخدام طريقة برمجة الأهداف، وتطبيق هذه الطريقة في التنبؤ بمبيعات معمل الفرات للمياه النقية. استنتج الباحث أن استخدام البرمجيات الجاهزة يساعد في إيجاد الحل الأمثل لنموذج التنبؤ بالمبيعات بسرعة وكفاءة ودقة عالية. إتضح من تحليل النتائج أن القيم التنبؤية للمبيعات يجب أن تخضع لقيود وأهداف إدارة المعمل [8]. دراسة الهادي الدوم (2011م)، هدفت إلى دراسة دالة إنتاج القمح في السودان خلال الفترة من 1970م إلى 2010م، وذلك من خلال نموذج الانحدار لمعرفة العوامل المؤثرة على دالة إنتاج القمح في السودان، والتعرف على أفضل نموذج قياسي يمثل هذه الدالة. تمثلت مشكلة البحث في تحديد العوامل المؤثرة والتي تؤدي إلى زيادة الإنتاج لتحقيق الاكتفاء الذاتي للسكان. توصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها، أن النموذج يفسر دالة إنتاج القمح في السودان بنسبة 82%, حيث وجد أن هنالك علاقة سببية بين دالة إنتاج القمح ومتغيرات النموذج، ومن أهم العوامل التي تؤدي إلى زيادة إنتاج القمح في السودان هي الزيادة في المساحات المزروعة، وزيادة الانفاق على إدخال الآلات الزراعية الحديثة التي ترفع من معدلات الإنتاج [9]. في دراسة Qaradhawi (2020م)، تم تحديد عدة عوامل لها علاقة بالطلب على المبيعات بناء على رأي الخبراء في المجال واستناداً إلى دراسات سابقة، وتم تحديد خمسة عوامل ذات أكبر ارتباط بالمتغير التابع. بعد اختبار مدى دقة النموذج بالواقع ومقارنته مع توقعات إدارة الشركة، أظهرت النتائج أن نموذج التنبؤ أكثر دقة بثلاث مرات من توقعات الشركة، حيث كانت نسبة خطأ النموذج 9.17%، بينما كان خطأ توقع الشركة 28.87% [10]. دراسة Kim وآخرون (2019م)، استخدمت أسلوب الانحدار الخطي المتعدد، وكان المتغير التابع (مدة إنجاز المشروع)، والمتغيرات المستقلة (نوع الاستخدام الأساسي للمبنى، عدد الطوابق، منطقة البناء، المساحة الإجمالية، نوع الهيكل، مساحة الطابق). تم بناء نموذجين، وتم اختيار النموذج الثاني لأنه كان أكثر دقة من الأول [11]. دراسة زكريا دمدوم (2016م)، هدفت إلى تقدير الطلب الحالي والمستقبلي على محصول القمح في الجزائر في الفترة 1990م-2016م، من خلال تقدير دالة الطلب على القمح في الجزائر للتنبؤ بكميات الطلب المتوقعة من محصول القمح في الفترة من 2017م-2022م، وتم استخدام طريقة المربعات الصغرى لتحديد معلمات النموذج. توصلت الدراسة إلى أن الأسعار لا تتحكم في الطلب على سلعة القمح، وهو ما يدل على أهمية القمح بالنسبة للمواطن الجزائري، ووجود علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين حجم السكان والكمية المطلوبة من القمح [12]. دراسة شرف الدين محمد (2019م)، تناولت تقدير دالة الطلب على استهلاك المياه في الخرطوم، وذلك بتحديد العوامل المؤثرة على استهلاك المياه، واعتمدت الدراسة على بيانات السلاسل الزمنية الشهرية خلال الفترة 2011م-2015م. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي والتحليلي وأسلوب الاقتصاد القياسي، وهدفت

الدراســـة لمعرفة العوامل المؤثرة على اســـتهلاك المياه والتعرف على أفضـــل نموذج قياســـي يمثل هذه الدالة. توصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها: وجود علاقة طردية ذات دلالة إحصـائية بين كل من حجم السـكان، ودرجة الحرارة، والكمية المســـتهلكة من المياه، ووجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين الفاقد من المياه والكمية المســـتهلكة من المياه [13]. دراســـة آلاء الصـــادق (2018م)، تناولت تقدير دالة اســـتهلاك الســـكر في الســـودان، وتم اســـتخدام دخل الفرد الحقيقي وســـعر المســـتهلك الحقيقي كمتغيرات تفســـيرية، بينما اســـتخدام اســـتهلاك الفرد من الســـكر كمتغير تابع، واســـتخدمت الدراســة نموذج الانحدار الخطي المتعدد. أظهرت النتائج أن في الأجل القصـــير دخل الفرد ارتبط مع اســـتهلاك الفرد من السكر ارتباطاً موجباً ومعنوياً، كما ارتبط سـعر المسـتهلك ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع اسـتهلاك الفرد من السـكر، كما أظهرت النتائج أن دخل الفرد له تأثير أكبر من سعر المستهلك على استهلاك الفرد من السلعة على المدى القصـــير. بينما أظهرت نتائج الأجل الطويل أن دخل الفرد ارتبط ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع اســـتهلاك الفرد من الســـكر، بينما ارتبط ســـعر المســـتهلك بعلاقة عكسية غير معنوية مع استهلاك الفرد من سلعة السكر وهو ما يتفق تماماً مع النظرية الاقتصـادية [14]. دراسـة ســـعد عريف وآخرون (2016م)، تنـاولت تقدير دالـة الطلب على الواردات الليبية من الألبان في ليبيا، وذلك لتحديد وقياس أهم العوامل المحددة لكمية الواردات من الألبـان إلى ليبيـا خلال الفترة من 1990م–2013م، واعتمد الباحث في ذلك على التحليل الوصـــفي والكمي. توصـــلت الدراســـة إلى أن أهم العوامل المحددة لكمية الواردات من الألبان في ليبيا خلال فترة الدراسـة بالترتيب هي الإنتاج المحلي من الألبان، وعدد الســـكان، والناتج القومي الإجمالي، وكما يتضـــح من النموذج المقدر، أن تغير بنسـبة 10% في الإنتاج المحلي من الألبان سـوف يؤدي إلى تغير في كمية الواردات من الألبان بنســـبة 6.44% مع ثبات باقي العوامل الأخرى، كما أن تغير بنسبة 10% في عدد السكان سوف يؤدي إلى تغير في كمية الواردات بنســـبة 5.64% مع ثبات باقي العوامل الأخرى، وكذلك فإن تغير بنسبة 10% من الناتج القومي الإجمالي سوف يؤدي إلى تغير نسبته 0.73% في كمية الواردات مع ثبات باقي العوامل الأخرى [15].

من خلال استعراض الدراسات السابقة يلاحظ أن معظم الدراســـات أكدت على أهمية تطبيق أســـلوب التنبؤ بالمبيعات، سـواء كان بالأسـاليب النوعية والتي تسـتخدم في الغالب عند تصـــنيع منتج جديد، أو عندما لا تتوفر بيانات كافية لتطبيق الأســـاليب الكمية، أو باســـتخدام الأساليب الكمية، لغرض الاحتفاظ على التوازن بين كمية الإنتاج والمبيعات. تهدف الدراســـة الحالية إلى تطبيق أســـلوب الانحدار الخطي المتعدد للتنبؤ بحجم المبيعات في المجمع الاستثماري لمواد البناء بمدينة مصراتة.

2.1 التنبؤ

يعرف التنبؤ بأنه الوظيفة التي تضبط (تدرك) المستقبل، استناداً إلى معطيات موثوق فيها حول السوق وتطوراته، والتنبؤ الأكثر دقة وثقة يعتمد على النماذج الرياضـــية [16]. وعرف أيضـــاً بأنه عملية توقع ما ســـيحدث مســـتقبلاً لظاهرة ما اعتماداً على اتجاه الظاهرة في الماضـــي، باســـتخدام أحد نماذج التنبؤ المعروفة. بعبارة أخرى هو: معرفة سلوك ظاهرة ما في المستقبل انطلاقاً من سـلوكها في الفترة الماضـية [17]. التنبؤ هو بشـكل عام عبارة عن توقع وتقدير لأحداث مســـتقبلية في ظل ظروف غير مؤكدة [18].

- **خطوات التنبؤ**

تتم عملية التنبؤ وفق خطوات محددة وتتمثل في الآتي [19]:

أ- تحديد الغرض من القيام بالتنبؤ، وذلك لأن المعلومات الخاصة بالتنبؤ يستخدمها كلاً في مجاله.

ب- جمع البيانات التاريخية سـواء عن الاتجاهات الاقتصـادية من المستندات الحكومية أو سجلات الشركة.

ت- عرض البيانات التاريخية على رسم بياني لتحديد مدى وجود نمط معين لاتجاه البيانات، سواء أظهرت وجود دورة معينة للبيانات أو وجود بيانات باتجاهات موسمية تمكن من توقع البيانات في المستقبل.

ث- اختيار نموذج التنبؤ والذي قد يستخدم في المواقف الإدارية المختلفة، وعلى الإدارة تطبيق النموذج الذي يتماشى مع احتياجاتها.

ج- يتم في هذه المرحلة إجراء التجارب التي تظهر مدى صحة الطرق التي استخدمت في التنبؤ بالقيم الحقيقية التي ظهرت خلال الفترة الماضية.

ح- يتم استخدام أسلوب التنبؤ بقيم المتغيرات التابعة إثر حدوثها خلال فترة التنبؤ, ويلاحظ هنا استخدام الأساليب الممكنة لإنشاء مستوى تحليل موثوق به.

خ- يتم إدماج التأثير الخاص بالعوامل الداخلية والخارجية على النتائج التي يتم الحصول عليها باستخدام أسلوب معين للتنبؤ.

د- متابعة نتائج تطبيق أسلوب التنبؤ عن طريق تسجيل الأداء الفعلي ومراقبة خطأ التنبؤ.

- **نماذج التنبؤ**

هناك وجهات نظر متعددة في تصنيف نماذج التنبؤ، إلا أنها تصنف على نطاق واسع إلى تقنيات نوعية وكمية تعتمد التوقعات النوعية على الآراء والأحكام الشخصية بينما تستخدم الأساليب الكمية البيانات التاريخية والنمذجة الإحصائية. لا يمكن القول بأنه هناك طريقة فعالة من بين الطرق الخاصة بالتنبؤ، إلا إذا حققت مجموعة من الشروط هي: الكلفة، الدقة، توفير البيانات اللازمة، الوقت المحدد لجمع المعلومات، توفر الإمكانيات اللازمة المادية والبشرية والمعنوية للقيام بعملية التنبؤ. إلا أنها ومهما اختلفت التصنيفات فإنها تشترك في التقنيات المستخدمة، والشكل (1) يوضح ذلك [20].

- **الانحدار الخطي المتعدد**

يعرف الانحدار الخطي المتعدد بأنه: عملية تقدير العلاقة الخطية بين عدة متغيرات. إن معظم التطبيقات العملية لتحليل الانحدار تستخدم نماذج أكثر تعقيداً من نموذج الانحدار الخطي البسيط، فمثلاً عند دراسة الطلب على سلعة معينة لا يعتمد ذلك على سعر تلك السلعة فقط، بل من الممكن أن يعتمد على الدعاية، وحجم الإنتاج، والجودة، وعليه يتطلب الأمر دراسة الانحدار المتعدد الذي يتضمن أكثر من متغير مستقل واحد. إن أول خطوة في تحليل الانحدار الخطي المتعدد هي وضع الصيغة الافتراضية لنموذج الانحدار، حيث يمكن كتابة النموذج كما هو موضح بالمعادلة (1)[21].

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (1)$$

حيث أن:

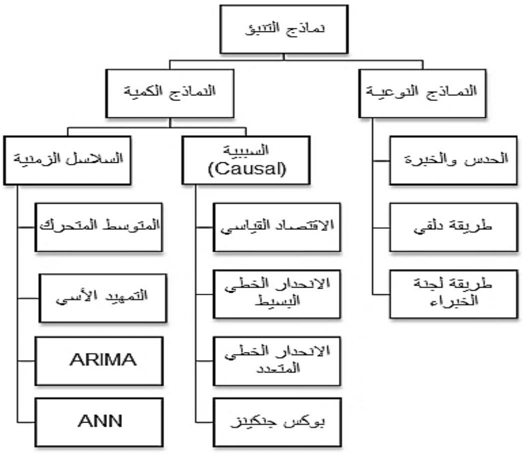
K: عدد المتغيرات المستقلة.

Y_t : يمثل المتغير التابع, أي الظاهرة المدروسة.

$\beta_0 \ , \beta_1 \ , ... , \beta_k$,تمثل معلمات النموذج.

$X_1, X_2, ... X_k$: تمثل المتغيرات المستقلة المؤثرة في الظاهرة المدروسة.

ε_i: يعبر عن قيم المتغير العشوائي.



شكل 1: نمـــــاذج التنبؤ

ARIMA: Autoregressive integrated moving average
ANN: Artificial neural network

بما أن معلمات الانحدار $\beta, {}_1\beta, {}_0\beta_k$ مجهولة ويجب تقديرها, بالتالي وكما في حالة نموذج الانحدار الخطي البسيط, يمكن استخدام طريقة المربعات الصغرى لتقدير هذه المعلمات, وسيتم اختيار النموذج التقديري بتكوين عدة معادلات طبيعية باستخدام طريقة المربعات الصغرى, كما

هو موضح في المعادلة (2) [21]. في الدراسة الحالية قيم هذه المعلمات يتم الحصول عليها بواسطة برنامج SPSS بعد إدخال البيانات.

$$\begin{aligned} n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} x_{i_1} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} x_{i2} &= \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^{n} x_{i1} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} x_{i1}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} &= \sum_{i=1}^{n} x_{i1} y_i \\ \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^{n} x_{i2} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} x_{i2}^2 &= \sum_{i=1}^{n} x_{i2} y_i \end{aligned} \qquad (2)$$

- **اختبار دقة نموذج الانحدار الخطي المتعدد**

فيما يلي أهم المؤشرات الإحصائية التي تستخدم في اختبار دقة نموذج الانحدار الخطي المتعدد:

1) معامل التحديد R^2

يمكن إيجاد معامل التحديد R^2 باستخدام المعادلة (3) [22].

$$R^2 = \frac{\hat{b}_1 \sum_{i}^{n} x_{1i} y_i + \hat{b}_2 \sum_{i}^{n} x_{2i} y_i}{\sum_{i}^{n} y_i^2} \qquad (3)$$

حيث أن:

R^2 معامل التحديد.

b_1 المعلمة الأولى.

b_2 المعلمة الثانية.

X_{ii} المتغيرات المستقلة.

Y_i المتغير التابع.

n عدد العينات.

يلاحظ على معامل التحديد الآتي [23]:

- تتراوح قيم معامل التحديد بين الصفر والواحد الصحيح، أي أن:

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

- إذا كانت قيمة معامل التحديد صغيرة فإن هذا يعني أن الجزء الأكبر من تباين Y يرجع إلى متغيرات لم تتضمن في نموذج الانحدار، أما إذا كانت قيمته قريبة من الواحد الصحيح، فإن ذلك يعني أن الجزء الأكبر من تباين المتغير التابع قد تم تفسيره بواسطة المتغيرات المستقلة المضمنة في نموذج الانحدار.
- معامل التحديد دالة تزايدية لعدد المتغيرات المستقلة. فإضافة أي متغير مستقل لنموذج الانحدار تزيد من قيمة المعامل بغض النظر عن مساهمة هذا المتغير في تفسير تباين المتغير التابع، وللتخلص من هذا العيب يستخدم معامل آخر يعرف بمعامل التحديد المعدل.

2) معامل التحديد المعدل $\overline{R}^2$

يمكن إيجاد معامل التحديد المعدل $\overline{R}^2$ باستخدام المعادلة (4) [22].

$$\overline{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k} \times \left(1 - R^2\right) \qquad (4)$$

حيث أن:

$\overline{R}$: معامل التحديد المعدل.

n: عدد العينات.

K: عدد المتغيرات.

3) الخطأ المعياري للتقدير $SE_{\hat{y}}$

يمكن إيجاد الخطأ المعياري للتقدير باستخدام المعادلة (5) [22].

$$SE_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{n} y_i^2 - \hat{b}_1 \sum_{i}^{n} x_{1i} y_i + \hat{b}_2 \sum_{i}^{n} x_{2i} y_i}{n-k}} \qquad (5)$$

حيث أن:

- $SE_{\hat{y}}$: الخطأ المعياري للتقدير

X_{ii} : المتغيرات المستقلة.

Y_i: المتغير التابع.

n: عدد العينات.

K: عدد المتغيرات.

$\hat{b}i$: معلمات النموذج.

- **اختبار F**

يستخدم اختبار F للوقوف على معنوية نموذج الانحدار المتعدد أو من عدم معنويته، ويتم حسابه باستخدام المعادلة (6).

$$F = \frac{R^2 / k-1}{(1-R^2)/n-k} \approx F_{(k-1,n-k,\alpha)} \qquad (6)$$

حيث أن:

F: تمثل قيمة F

n: حجم العينة في كل مجموعة.

K: عدد المتغيرات.

R^2: معامل التحديد.

α: مستوى المعنوية.

من خلال النتيجة يتم اتخاذ القرار الإحصائي وذلك من خلال مقارنة F المحسوبة مع F الجدولية وفق الآتي:

- يتم قبول فرضية العدم H_0 عندما تكون إحصائية الاختبار المحسوبة (F_{cal}) أقل من القيمة الجدولية (F_{tab}) بدرجتي الحرية [(K−1)، (n−k)] ومستوى المعنوية α, وهذا يعني أن نموذج الانحدار الخطي المتعدد غير معنوي عند مستوى المعنوية المذكور.
- يتم رفض فرضية العدم H_0 عندما تكون إحصائية الاختبار المحسوبة (F_{cal}) أكبر من أو تساوي القيمة الجدولية (F_{tab}), وهذا يعني أن نموذج الانحدار الخطي المتعدد يعد معنوي عند مستوى المعنوية المطلوب α [22].

- **اختبار t**

يستخدم هذا الاختبار للتحقق من معنوية معلمات النموذج كل على انفراد، حيث أن معيار الاختبار المستخدم موضح بالمعادلة (7).

$$t = \frac{\hat{b}}{S_{\hat{b}}} \approx t_{(n-k,\alpha)} \qquad (7)$$

حيث أن:

t: تمثل قيمة t.

$\hat{b}$: تمثل الفرق بين القيمة المقدرة للمعلمة من قيمتها المفترضة.

S: تمثل الانحراف المعياري للمتوسط.

α: مستوى المعنوية

من خلال النتيجة يتم اتخاذ القرار الإحصائي، إما بالقبول أو الرفض، وفق الآتي:

- يتم قبول فرضية العدم H_0 عندما تكون القيمة المطلقة لإحصائية الاختبار (t_{cal}) أقل من القيمة الجدولية(t_{tab}), بدرجة حرية (n−k), وعند مستوى المعنوية α، وهذا يعني أن المعلمة b غير معنوية عند مستوى المعنوية المذكور.
- يتم رفض فرضية العدم H_0 عندما تكون القيمة المطلقة لإحصائية الاختبار(t_{cal}) أكبر من أو تساوي القيمة الجدولية (t_{tab}) بدرجة حرية (n−k) عند مستوى المعنوية α، وهذا يعني أن المعلمة b تعد معنوية عند مستوى المعنوية المذكور [22].

- **اختبار دوربين واتسون Durbin Watson (DW)**

يعتبر اختبار دوربين واتسون الموضح في المعادلة (8) من أوسع الاختبارات استعمالاً وجيد الأداء لمختلف العينات، ولذلك يفضل دوربين واتسون على الكثير من الاختبارات الأخرى، فضلاً على أنه بسيط من ناحية الفكرة والتطبيق. الاختبار مخصص للكشف عن الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى، كلما اقتربت قيمته من 2, يدل ذلك على عدم وجود ارتباط ذاتي [23].

$$\text{DW} = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^2} \qquad (8)$$

$$0 \le \text{DW} \le 4$$

حيث أن:

e_t : باقي نموذج الانحدار الخطي للفترة t.

e_{t-1} : الباقي للفترة السابقة لـ t.

n : عدد المشاهدات.

2. الحالة الدراسية

تأسست شركة المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء المساهمة والمعروفة تجارياً باسم انكوما (INCOMA)، بتاريخ 2005/2/22, وفقا لأحكام القانون رقم 5 لسنة 1997. القدرة الإنتاجية للشركة من البلاط الحائطي والأرضي تبلغ 4 مليون متر مربع سنوياً, ويبلغ متوسط مبيعاتها في السنوات 2018م, 2019م, 2020م 1,128,233 متر مربع سنويا. باشرت الشركة نشاطها بتنفيذ مصنع البلاط الخزفي (الحائطي والأرضي)، بموجب التخصيص رقم 032، المؤرخ في

2007/9/30. يتكون المجمع من مبنى إداري متكامل من ثلاث طوابق مصمم ومجهز لتمكين الإدارات المختلفة من أداء عملها بشكل مريح، وتوفير بيئة أفضل للعمل، كما يمتلك المجمع عدة مخازن مجهزة تجهيزاً مناسباً للأغراض المعدة لها، بعضها خاص بقطع الغيار ومستلزمات التشغيل والبعض الآخر عبارة عن ساحات تخزينية للمواد الخام، وساحة أخرى لتخزين المنتج النهائي [24].

1.2 استخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد

عند تطبيق أسلوب الانحدار الخطي المتعدد يتطلب تحديد المتغيرات المستقلة والتي لها تأثير على المبيعات؛ لهذا يعتبر جمع البيانات الخطوة الأولى لتطبيق هذا الأسلوب، حيث حُدِدتْ مجموعة من المتغيرات المستقلة بالاستعانة بمجموعة من المختصين في إدارة المبيعات بالمجمع الاستثماري لضمان إدراجها في بناء النموذج، وتم ذلك بعد إجراء العديد من المقابلات الشخصية مع مدير إدارة المبيعات، وبعض من الموظفين المختصين لمعرفة جميع المتغيرات ذات التأثير الأكبر والمباشر على حجم المبيعات، وتم اعتماد عدد ثلاثة متغيرات وهي:

الجودة: ويقصد بها تقييم جودة المنتج، حيث كانت سياسة الشركة تصنف المنتجات إلى ثلاث فئات من الجودة (درجة أولى، درجة ثانية، درجة ثالثة)، وتم تحويل مؤشر الجودة من وصفي إلى كمي بإعطاء وزن 3 للدرجة الأولى، ووزن 2 للدرجة الثانية، ووزن 1 للدرجة الثالثة، وتم حساب مؤشر الجودة وفقاً لطريقة المتوسط الموزون.

السعر: ويقصد به سعر المتر المربع الواحد للإنتاج بالدينار الليبي، ويتغير هذا السعر من فترة لأخرى، وفقاً لتقارير مراقبة جودة الإنتاج, والتي توضح جودة الكميات المنتجة، وجاءت قيم السعر (متوسط السعر) في بيانات الدراسة المقابلة لكمية المبيعات المباعة بها السعر، ويمثل السعر أحد المتغيرات المستقلة في الدراسة.

الدعاية: تمثل قيمة المبالغ المصروفة بالدينار الليبي على الدعاية والإعلان خلال فترة زمنية محددة، وجاءت قيم الدعاية في بيانات الدراسة المقابلة لكمية المبيعات المباعة خلال الفترة الزمنية التي تغطيها الدعاية، وتمثل الدعاية أحد المتغيرات المستقلة في الدراسة.

تم تجميع البيانات لهذه المتغيرات الثلاث لسنوات سابقة 2018م، 2019م، 2020م، مقسمة إلى 36 فترة، كل فترة تمثل شهر، وذلك لأن بيانات الشركة من حيث الطلبيات وحجم المبيعات تتغير شهرياً [6]. جدول(1) يوضح بيانات المتغيرات المستقلة لثلاث سنوات.

2.2 بناء النموذج باستخدام برنامج SPSS

بناء النموذج تم بإدخال بيانات الشركة للمتغيرات التفسيرية (المتغيرات المستقلة) لسنوات 2018م، 2019م, 2020م في البرنامج لنتحصل على نتائج معاملات المتغيرات, ومستوى معنوية كل متغير على حدى، بالإضافة إلى اختبار معنوية النموذج ككل. ويكون شكل النموذج كما هو موضح بالمعادلة (9).

$$y = \beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\beta_3 x_3+ \beta_4 x_4+ \beta_5 x_5 \quad (9)$$

جدول رقم (1) بيانات المتغيرات المستقلة [24].

شهر	المبيعات م^2	متوسط السعر	الدعاية د.ل	متوسط الجودة
1	123,000	16.98	10,000	2.50
2	144,500	16.88	10,500	2.55
3	166,500	16.78	10,650	2.60
4	127,500	16.91	10,100	2.42
5	150,000	16.80	10,500	2.41
6	172,000	15.90	12,000	2.46
7	131,000	16.92	10,400	2.53
8	115,500	16.90	9,000	2.50
9	100,000	16.80	10,000	2.49
10	105,000	16.88	8,500	2.31
11	100,500	17.00	8,000	2.30
12	100,500	17.00	7,500	2.30
13	140,000	16.89	11,000	2.31
14	141,000	16.80	14,000	2.31
15	142,000	16.85	17,000	2.32
16	139,000	15.00	11,300	2.37
17	135,000	17.20	11,500	2.36
18	120,000	17.30	10,000	2.35
19	145,000	16.50	11,000	1.83

يتبع جدول رقم (1)

2.25	14,000	15.90	180,000	20
2.50	15,000	15.60	190,000	21
2.52	14,500	16.00	200,000	22
2.50	18,500	15.90	190,000	23
2.48	16,000	15.85	180,000	24
2.53	18,000	15.50	205,000	25
2.55	19,000	14.00	210,500	26
2.56	16,000	14.50	207,500	27
2.43	10,550	16.79	160,000	28
2.40	10,330	16.89	141,500	29
2.40	9,800	17.00	120,000	30
2.19	11,000	16.90	130,000	31
2.21	11,500	16.30	155,000	32
2.22	12,500	16.20	160,000	33
1.97	8,000	16.99	100,000	34
1.97	9,200	16.99	102,000	35
1.96	9,000	17.00	90,000	36

حيث أن:

y: يمثل حجم المبيعات.

X_1: يمثل متغير متوسط السعر.

X_2: يمثل متغير الدعاية.

X_3: يمثل متغير متوسط الجودة.

X_4: يمثل متغير مبيعات الفترة السابقة.

β_0: تمثل معلمة الحد الثابت.

β_1: تمثل معلمة متوسط السعر.

β_2: تمثل معلمة الدعاية.

β_3: تمثل معلمة متوسط الجودة.

B_4: تمثل معلمة مبيعات الفترة السابقة.

B_5: تمثل معلمة الدعاية تربيع.

بعد بناء النموذج بإدخال البيانات في البرنامج، تم الحصول على أهم النتائج على النحو التالي:

جدول (2) يوضح الإحصاءات الوصفية (حجم العينة، الانحرافات المعيارية، المتوسطات الحسابية) وذلك للمتغيرات التي أدخلت في نموذج الانحدار التابعة والمستقلة. من خلال التحليل تبين أن السنة الحالية لها علاقة بالسنة السابقة، وبالتالي تم إضافة متغير مبيعات الفترة السابقة (المبيعات−1)، ولهذا السبب N=35، وكذلك لوحظ أن الدعاية والمبيعات كانت بينهما علاقة تربيعية، فتم إضافة متغير الدعاية تربيع (الدعاية^2)، وهذا من شأنه أن يقوي ترابط النموذج.

جدول رقم (2): الإحصاءات الوصفية

	Mean	Std. Deviation	N
المبيعا	145614.2857	34558.15340	3
السعر	16.4463	0.77676	3
الدعاية	11880.8571	3123.94488	3
الجودة	2.3531	0.18869	3
المبيعا	146557.1429	33427.87922	3
الدعاي	150634968.5	82960648.604	3

جدول (3) يوضح أسماء المتغيرات التي أدخلت في معادلة الانحدار، كما يوضح الطريقة المستخدمة Enter حيث لم يستبعد أي متغير، مما يدل على أهمية المتغيرات المستقلة، وقوة تأثيرها على المبيعات.

جدول رقم (3): أسماء المتغيرات والطريقة المستخدمة

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	الدعاية الجودة, السعر, المبيعات-1الدعاية^2	.	Enter

جدول (4) يوضح معامل الارتباط بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، حيث بلغ قيمة متوسطة 0.936، بقيمة معامل تحديد 0.876، وقيمة معامل التحديد المعدل 0.855، أي أن المتغيرات المستقلة تفسر نسبة 85.5% من التباين الحاصل، في حين أن هناك نسبة 14.5% تفسرها متغيرات أخرى لم تذكر، كما أن قيمة معامل دوربين واتسون 1.574 ويعتبر ذو دلالة إحصائية.

جدول رقم (4): معاملات الارتباط، والتحديد، والتحديد المعدل، اختبار دوربين واتسون

R	R2	$\overline{R}^2$	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
0.936a	0.876	0.855	13169.231	1.574

جدول (5) يوضح نتائج تحليل اختبار معنوية الانحدار، حيث بلغت قيمة F 41.02، بمستوى معنوية قيمته 0.00، وهي أقل من 0.05، وبالتالي يرفض الفرض الصفري، ويقبل الفرض البديل, وهو أن الانحدار

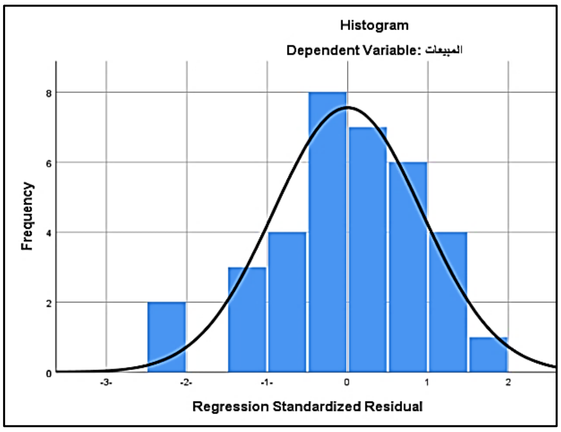
معنوي، وبالتالي يوجد تأثير من المتغيرات المستقلة على المتغير التابع، وبالإمكان التنبؤ بالمبيعات من خلال المتغيرات المستقلة.

جدول (6) يوضح معاملات الانحدار المعيارية وغير المعيارية والخطأ المعياري، وقيمة اختبار t، للدلالة الإحصائية لكل معامل، حيث يلاحظ من الجدول أن جميع قيم المتغيرات المستقلة ذات دلالة إحصائية بمستوى معنوية أقل من 0.05، ماعدا متغير متوسط الجودة بمستوى معنوية أكبر من 0.05، وهذا يدل على أن جميع المتغيرات كانت لها تأثير على المبيعات، ماعدا متغير متوسط الجودة الذي لم يكن له تأثير على المبيعات.

جدول رقم (5): معنوية اختبار F (ANOVA)

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	35575611404.750	5	7115122280.950	41.026	0.00^b
Residual	5029431452.392	29	17328670.772		
Total	40605042857.143	34			

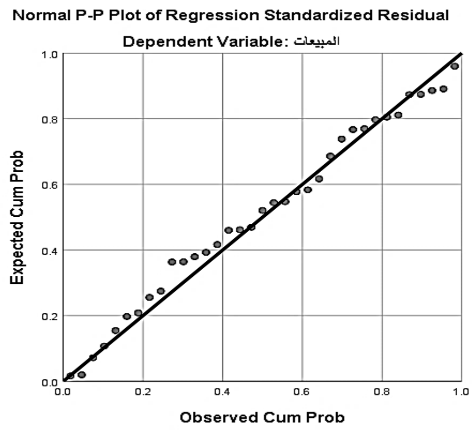
شكل (1) يوضح اعتدالية توزيع البواقي، وشكل (2) يوضح تجميع البيانات حول الخط المستقيم، وبالتالي فإن البواقي تتبع التوزيع الطبيعي وهو من شروط صحة إجراء تحليل الانحدار.



شكل 1: توزيع البواقي

جدول رقم (6): معاملات الانحدار، وقيمة tومستوى معنويتها

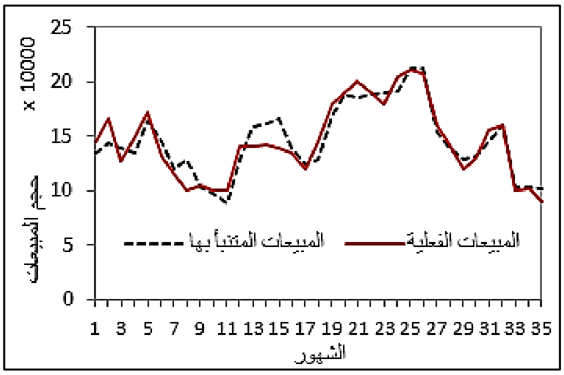
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	T	Sig.
Constant	87360.532	92478.914		0.945	0.353
السعر	-12629.447	4395.153	-0.284	-2.873	0.008
الدعاية	25.318	6.315	2.289	4.009	0.000
الجودة	20228.330	14148.924	0.110	1.430	0.163
المبيعات-1	.231	0.103	0.224	2.238	0.033
الدعاية2	-0.001	0.000	-1.854	-3.269	0.003



شكل 2: توزيع البيانات.

3.2 اختبار دقة نموذج الانحدار الخطي المتعدد

لقياس دقة النموذج تم التنبؤ بكمية المبيعات بالتعويض في قيمة متوسط السعر والدعاية، ومتوسط الجودة، ومبيعات الفترة السابقة، والمبيعات تربيع، في نموذج التنبؤ الذي تم التوصل إليه لنفس السنوات الثلاثة كما هو موضح في الجدول (7)، ومقارنتها مع المبيعات الفعلية، كما يوضح الشكل (3) مقارنة بين حجم المبيعات الفعلية وحجم المبيعات المتنبأ بها، والذي يوضح أن هناك تقارب كبير بينهما.



شكل 3: مقارنة بين حجم المبيعات الفعلية والمتنبأ بها.

3. مناقشة النتائج

تم تلخيص النتائج المتحصل عليها من برنامج SPSS كما هو موضح بالجدول (8). أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (8) أن نموذج الانحدار معنوي وذلك من خلال قيمة F البالغة 41.03، بدلالة 0.000، وهي أقل من مستوى المعنوية 0.05. كما أظهرت النتائج أن المتغيرات المفسرة تفسر نسبة 85.5% من التباين الحاصل في المبيعات وذلك بالنظر إلى معامل التحديد R^2، وتعتبر هذه النسبة مقبولة في التنبؤ على المبيعات. كما جاءت قيمة بيتا الموضحة في جدول (8) والتي توضح العلاقة بين المبيعات والدعاية بقيمة 25.32 ذات دلالة إحصائية، حيث يمكن استنتاج ذلك من قيمة مستوى المعنوية الأقل من 0.05، ويدل هذا على وجود علاقة طردية بين المبيعات والدعاية. هذا الأمر منطقي ومقبول، ويعني ذلك أنه كلما دفع دينار واحد على الدعاية، زادت المبيعات بمقدار 25.32 متر مربع. كذلك جاءت قيمة بيتا لمتغير متوسط السعر بقيمة 12629.5−، وهو دال إحصائياً، ويعني أنه كلما انخفض السعر دينار واحد، زادت المبيعات بمقدار 12629.5 متر مربع، كما جاءت قيمة بيتا لمتغير متوسط الجودة بقيمة 20,228 وهو غير دال إحصائياً، بمستوى معنوية أكبر من 0.05. كما تم إضافة متغير الدعاية تربيع، وذلك نظراً لوجود علاقة تربيعية بين الدعاية والمبيعات، وكذلك متغير الفترة السابقة للمبيعات، وذلك بسبب أن الفترة الحالية للمبيعات لها علاقة مباشرة بالفترة السابقة، والذي كان لكل منهما ذو دلالة إحصائية بمستوى معنوية أقل 0.05. كما أظهر منحنى التوزيع الطبيعي أن البواقي موزعة توزيعا طبيعياً من خلال شكل (1)، واختبار دوربين واتسون للكشف عن الارتباط الذاتي بقيمة 1.574 بمستوى معنوية أكبر من 0.05، أي أن النموذج مقبول ولا يوجد ارتباط ذاتي بين المتغيرات. كما يمكن ترتيب المتغيرات المستقلة وفقاً لقوة التأثير على المتغير التابع بناءً على القيمة المطلقة لاختبار (t)، حيث كلما كانت هذه القيمة مرتفعة كلما كان تأثير المتغير المستقل أقوى. من خلال جدول (8) يتضح أن المتغير المستقل الأقوى تأثير على المبيعات هو الدعاية يليه متغير متوسط السعر بعكس متغير الجودة الذي لم يكن ذو تأثير كبير على المبيعات، حيث تم ملاحظة أن المجمع اتبع هذه الاستراتيجية بالتركيز على الدعاية

ووضـع سـعر أقل مقارنةً بالمنافس، بينما كان تركيزه على الجودة بدرجة أقل.

جدول رقم (7): مقارنة المبيعات الفعلية بالمبيعات المتنبأ بها نسبة الخطأ

شهر	المبيعات م2	متوسط السعر د.ل/م2	الدعاية د.ل	متوسط الجودة	المبيعات السابقة	الدعاية²	المبيعات المتنبأ بها م2	الخطأ م2	نسبة الخطأ%
1	123,000	16.98	10,000	2.5	-	100000000	-	-	-
2	144,500	16.88	10,500	2.55	123,000	110250000	135137.205	9362.795	6.48
3	166,500	16.78	10,650	2.6	144,500	113422500	143733.245	22766.755	13.67
4	127,500	16.91	10,100	2.42	166,500	102010000	138393.941	10893.941	8.54
5	150,000	16.8	10,500	2.41	127,500	110250000	134355.103	15644.897	10.43
6	172,000	15.9	12,000	2.46	150,000	144000000	163923.068	8076.932	4.70
7	131,000	16.92	10,400	2.53	172,000	108160000	144623.759	13623.759	10.40
8	115,500	16.9	9,000	2.5	131,000	81000000	120263.7	4763.7	4.12
9	100,000	16.8	10,000	2.49	115,500	100000000	128433.867	28433.867	28.43
10	105,000	16.88	8,500	2.31	100,000	72250000	103589.413	1410.587	1.34
11	100,500	17	8,000	2.3	105,000	64000000	96719.09	3780.91	3.76
12	100,500	17	7,500	2.3	100,500	56250000	88987.09	11512.91	11.46
13	140,000	16.89	11,000	2.31	100,500	121000000	129341.118	10658.882	7.61
14	141,000	16.8	14,000	2.31	140,000	196000000	157812.273	16812.273	11.92
15	142,000	16.85	17,000	2.32	141,000	289000000	161964.081	19964.081	14.06
16	139,000	15	11,300	2.37	142,000	127690000	166455.771	27455.771	19.75
17	135,000	17.2	11,500	2.36	139,000	132250000	139328.388	4328.388	3.21
18	120,000	17.3	10,000	2.35	135,000	100000000	123791.655	3791.655	3.16
19	145,000	16.5	11,000	1.83	120,000	121000000	129061.539	15938.461	10.99
20	180,000	15.9	14,000	2.25	145,000	196000000	169120.125	10879.875	6.04
21	190,000	15.6	15,000	2.5	180,000	225000000	189041.05	958.95	0.50
22	200,000	16	14,500	2.52	190,000	210250000	185401.316	14598.684	7.30
23	190,000	15.9	18,500	2.5	200,000	342250000	188209.7	1790.3	0.94
24	180,000	15.85	16,000	2.48	190,000	256000000	189239.109	9239.109	5.13
25	205,000	15.5	18,000	2.53	180,000	324000000	190640.849	14359.151	7.00
26	210,500	14	19,000	2.55	205,000	361000000	212594.665	2594.665	1.24
27	207,500	14.5	16,000	2.56	210,500	256000000	212527.198	5027.198	2.42
28	160,000	16.79	10,550	2.43	207,500	111302500	153821.539	6178.461	3.86
29	141,500	16.89	10,330	2.4	160,000	106708900	138945.912	2554.088	1.81
30	120,000	17	9,800	2.4	141,500	96040000	128078.62	8078.62	6.73
31	130,000	16.9	11,000	2.19	120,000	121000000	131291.927	1291.927	0.99
32	155,000	16.3	11,500	2.21	130,000	132250000	145581.693	9418.307	6.08
33	160,000	16.2	12,500	2.22	155,000	156250000	159661.926	338.074	0.21
34	100,000	16.99	8,000	1.97	160,000	64000000	102875.046	2875.046	2.88
35	102,000	16.99	9,200	1.97	100,000	84640000	103506.246	1506.246	1.48
36	90,000	17	9,000	1.96	102,000	81000000	101378.468	11378.468	12.64
متوسط نسبة الخطأ									**% 6.89**

جدول رقم (8): أهم نتائج برنامج SPSS

النموذج	βالتقدير	الخطأ المعياري	اختبار t	مستوى المعنوية المشاهد
الثابت	β_0 = 87360.5	92480	0.945	0.353
السعر	β_1 = -12629.5	4395	-2.873	0.008
الدعاية	B_2 = 25.32	6.32	4.009	0.000
الجودة	B_3= 20228.3	14150	1.430	0.164
المبيعات (الشهر الماضي)	β_4 = 0.231	0.103	2.238	0.033
الدعاية^2	β_5 = -0.00077	0.00024	-3.269	0.003
R^2=85.5 %	P-Value=0.000		F=41.03	متوسط نسبة الخطأ %6.89

كما يلاحظ من خلال الجدول (8) أن نسبة الخطأ 6.89%, حيث تعتبر هذه النسبة مقبولة. النموذج النهائي الذي سيتم اعتماده كنموذج مناسب لتقدير المبيعات موضح كالتالي:

Y (المبيعات) = 87360.5 −12629.5 (متوسط السعر)
+ (متوسط الجودة) 20228.3 + (الدعاية) 25.32 +
(الدعاية^2) 0.00077 − (مبيعات الشهر الماضي) 0.231

من خلال النموذج الذي تم التوصل إليه، يمكن للمجمع استخدامه للتنبؤ بمبيعات الفترات المستقبلية، وهذا النموذج يساعد في تقدير حجم المبيعات، والتي كانت تحدث خلل في عملية التوازن بين حجم المبيعات وحجم الإنتاج، وما يترتب على ذلك من تكاليف إضافية، وتأثر سمعة المجمع وموقعه التنافسي.

4. الخاتمة

هدفت هذه الدراسة إلى استخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد للتنبؤ بحجم المبيعات للمجمع الاستثماري لمواد البناء بمصراتة باستخدام برنامج SPSS. تم تحديد أهم المتغيرات المستقلة والتي شملت: الدعاية، والسعر، والجودة، كمتغيرات ذات التأثير الأكبر على المبيعات.

أوضحت نتائج الدراسة أن النموذج الذي تم بنائه كان قادراً وبشكل فعال على التنبؤ بالمبيعات، حيث فسرت المتغيرات المستقلة بنسبة 85.5%. كما أظهرت النتائج أن أكبر تأثير كان لمتغير الدعاية، يليه متغير السعر ثم متغير الجودة، وذلك بناءاً على قيمة t. كما بينت النتائج أن متوسط خطأ نموذج التنبؤ لفترة ستة وثلاثون شهراً كانت 6.89%، وتعتبر هذه النسبة منخفضة. نوصي باستخدام طرق أخرى مثل طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks (ANN) وتطبيقها على الحالة الدراسية الحالية، ومقارنة نتائجها بنتائج الدراسة الحالية .

المراجع

[1] راعي لخضر. التنبؤ بالمبيعات واستراتيجية التخطيط في المؤسسة. رسالة ماجستير. كلية العلوم الاقتصادية والتجارة وعلوم التسيير، جامعة البويرة، الجزائر؛ 2018.

[2] Doberanzke V. Qualitative methods of demand forecasting for SMEs in Germany. Eur J Econ Law Soc Sci. 2021;5(1):7-21.

[3] Erhard J, Bug P. Application of predictive analytics to sales forecasting in fashion business. Reutlingen University; 2016.

[4] Moisanen. Demand forecasting in the apparel industry. Bachelor of Business Administration. Helsinki University of Applied Sciences; 2014.

[5] Martinovic J, DamnJanovic V. The sales forecasting techniques. Materials of International Scientific Days "Competitiveness in the EU–challenge for the V4 countries"; 2006. p. 526-31.

[6] محمد أحمد المزاح. مقارنة الكفاءة التنبؤية لنموذجي الانحدار والسلاسل الزمنية لحجم المبيعات. رسالة ماجستير. جامعة الملك خالد؛ 2017.

[7] أبو ذر إسماعيل مفرح. المقارنة بين نموذج السلاسل الزمنية والانحدار البسيط في التنبؤ بحجم المبيعات. رسالة ماجستير. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان؛ 2014.

[8] واثق حياوي. تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات باستخدام طريقة برمجة الأهداف. رسالة ماجستير. جامعة ذي قار، الجزائر؛ 2013.

[9] الهادي الدوم آدم. تقدير دالة إنتاج القمح في السودان باستخدام نموذج الانحدار (1970–2010). رسالة

ماجستير. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان؛ 2011.

[10] Farizal, Qaradhawi Y, Cornelis CI, Dachyar M. Fast moving product demand forecasting model with multi linear regression. In: AIP Conference Proceedings. Publishing LLC; 2020 May.

[11] Kim YJ, Yeom DJ, Kim YS. Development of construction duration prediction model for project planning phase of mixed-use buildings. J Asian Archit Build Eng. 2019;18(6):586-98.

[12] زكريا دمدوم. تقدير دالة الطلب على محصول القمح في الجزائر في الفترة 1990–2016. رسالة ماجستير. جامعة الوادي، الجزائر؛ 2016.

[13] شرف الدين سعيد محمد. تقدير دالة الطلب على استهلاك المياه للقطاع العائلي في محلية الخرطوم. رسالة ماجستير. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان؛ 2019.

[14] آلاء محمد الصادق. تقدير دالة الطلب على استهلاك السكر في السودان. جامعة الجزيرة، السودان؛ 2018.

[15] سعد عريف, محمد السكران, علي خليفة. دراسة اقتصادية لتقدير دالة الطلب على الواردات الليبية من الألبان. مجلة الجامعة الأسمرية للعلوم الأساسية والتطبيقية. 2016.

[16] أيهم الحميد, أسمهان خلف, عثمان نقار. التنبؤ باتجاه حركة مؤشر سوق دمشق للأوراق المالية باستخدام نماذج **ARCH–ARIMA** والشبكات العصبونية الاصطناعية (دراسة مقارنة). مجلة جامعة حماه. 2019;2(162):11–82.

[17] عبدالرحمن العبيد. مبادئ التنبؤ الإداري. جامعة الملك سعود، السعودية; 2004.

[18] محمد ابديوي الحسين. تخطيط الإنتاج ومراقبته. عمان، الأردن: دار المناهج; 2012.

[19] حمد الكرخي. تخطيط وتقويم البرامج. عمان، الأردن: دار المناهج للنشر والتوزيع; 2014.

[20] Eby K. The last guide to sales forecasting you'll ever need: how-to guides and examples. Smart Sheet; 2020 Jan 26.

[21] العماري, العجيلي. الإحصاء الاحتمالات النظرية والتطبيق. فاليتا، مالطا: شركة **ELGA** للنشر; 2000.

[22] النعيمي طعمة. الإحصاء التطبيقي. عمان، الأردن: دار وائل للنشر; 2008.

[23] محمد عبد الرحمن إسماعيل. تحليل الانحدار الخطي. الرياض، السعودية: مكتبة الملك فهد الوطنية; 2016.

[24] سجلات رئيس وحدة المتابعة والمعلومات بشركة المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء.